

Aus der Kinderklinik der Freien Universität Berlin
Kaiserin Auguste Victoria Haus
Komm. Leiter: Prof. Dr. med. L. Ballowitz

Versuch einer metrischen Bestimmung
peripherer Lungengefäße beim Kind
nach dem Röntgenbild

DISSERTATION

zur Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde
am Fachbereich Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Zahnärztin Beate Sollmann
aus Breslau

1972

Aus der Kinderklinik der Freien Universität Berlin
Kaiserin Auguste Victoria Haus
Komm. Leiter: Prof. Dr. med. L. Ballowitz

Versuch einer metrischen Bestimmung
peripherer Lungengefäße beim Kind
nach dem Röntgenbild

DISSERTATION

zur Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde
am Fachbereich Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
der Freien Universität Berlin



vorgelegt von
Zahnärztin Beate Sollmann
aus Breslau

Referent: Professor Dr. F. Dressler

Korreferent: Professor Dr. H. Oeser

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs Zahn-,
Mund- und Kieferheilkunde der Freien Universität Berlin

Promoviert am: 18.12.1972



Inhaltsverzeichnis

	Seite
Einleitung	1
Methode	3
1. Untersuchungsmaterial	3
2. Gewinnung der Untersuchungsdaten	4
Ergebnisse	6
1. Herzgesunde Kinder	6
2. Patienten mit kongenitalen Vitien	18
Diskussion	34
Zusammenfassung	40
Literaturverzeichnis	41
Anhang	45



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41553616_0039

Einleitung

Auf Röntgenübersichtsaufnahmen sichtbare Lungengefäßstrukturen werden als Kriterien für die Diagnose und Verlaufsbeobachtung angeborener und erworbener Herzfehler herangezogen. In Verbindung mit Anamnese, klinischem Befund, EKG und Phonocardiogramm ergibt die Beurteilung des Herzschattens und der Lungengefäßkaliber die Indikation für eingreifendere diagnostische Maßnahmen wie Herzkatheteruntersuchung und Angiocardiographie (23, 27).

Die Analyse der Lungenstrukturabbildung versucht, die Durchblutungsverhältnisse des kleinen Kreislaufs zu beurteilen. Deutliche Abweichungen vom normalen Gefäßbild ergeben sich bei ausgeprägtem L-R-Shunt ohne pulmonale Hypertonie: sowohl die Pulmonalarterien als auch die Pulmonalvenen sind in ihrem gesamten Verlauf erweitert. Liegt zusätzlich eine pulmonale Hypertension vor, so ändert sich mit dem abnehmenden L-R-Shuntvolumen - bzw. einer Umkehrung der Shuntrichtung - auch das Gefäßbild, welches durch eine Diskrepanz zwischen erweiterten zentralen und engen peripheren Gefäßzügen charakterisiert wird (10).

Wie bei der valvulären Pulmonalstenose sind die Venen in diesem Fall schwer auffindbar. Bei einer passiven Überfüllung des kleinen Kreislaufs durch venösen Rückstau (z.B. bei Mitralstenosen) werden arterielle Gefäßveränderungen im Röntgenbild erst bei schweren Krankheitsbildern sichtbar. Hier stehen dann wiederum peripher verengte Gefäßabschnitte zentral erweiterten Lumina gegenüber. Insgesamt sind die Gefäßschatten verwaschen und schlecht abgrenzbar abgebildet. Zu den Frühsymptomen der passiven Überfüllung des kleinen Kreislaufs zählt die isolierte Erweiterung der apicalen Lungenvenen (8, 10, 22, 27a).

Bei der Anwendung dieser allgemeinen Richtlinien für die Beurteilung der Durchblutungsverhältnisse des kleinen Kreislaufs nach dem Röntgenbild ergeben sich Schwierigkeiten. Selbst bei erfahrenen Untersuchern weist die

⁺) Links-Rechts-Shunt (L-R-Shunt)

Bewertung der unübersichtlichen Lungengefäßverläufe eine beträchtliche Fehlerbreite auf (4). Deshalb versuchten FERNHOLZ und MÜLLER, periphere Lungengefäßstrukturen zu besserer Objektivierung des Röntgenbefundes numerisch zu erfassen (13). Bei Erwachsenen und Adolescenten ergaben sich Korrelationen zwischen der Haemodynamik und der Breite der sog. "stummen, gefäßfreien Randzone" bzw. der Flächenzahl der kleinsten peripher erkennbaren Gefäßschatten (23).

Der objektiven Erfassung feiner Lungenstrukturen auf dem Übersichtsbild stehen theoretische und experimentell belegte Einwände entgegen. Die Röntgenabbildung der Lungengefäßstrukturen unterliegt jeweils nicht bekannten geometrischen Verzeichnungsfaktoren; die Summation und Subtraktion einer Vielzahl parallel oder gekreuzt verlaufender Gefäßzüge läßt einen eindeutigen Rückschluß auf tatsächliche Gefäßkaliberwerte bzw. ihre Identifizierung als Pulmonalarterien oder -venen selbst in zentraleren Lungenabschnitten häufig nicht zu (16, 21). Mit der Anfertigung von Schichtaufnahmen der Lunge lassen sich bei Erwachsenen Summationseffekte ausschalten. Gleichzeitig ergibt sich aus den Tomogrammen die Möglichkeit, wahre Gefäßquerschnitte zu ermitteln, weil mit der scharf abgebildeten Objektschicht die geometrischen Verzeichnungsbedingungen bekannt werden (21, 23). Zur Beurteilung der Lungenfeinstrukturen ist die Tomographie bei Kindern und Kleinkindern wegen der längeren Belichtungszeit und der hierdurch bedingten Veratmungsunschärfen in der Regel nicht geeignet. In der täglichen Routine paediatrischer Cardiologie wird deshalb die Thoraxübersichtsaufnahme zur Beurteilung des kleinen Kreislaufs herangezogen.

Die nachfolgende Untersuchung wurde mit dem Ziel begonnen, die subjektive Beurteilung kindlicher Lungenstrukturen zu objektivieren. In Kenntnis der dem Verfahren anhaftenden Fehlerquellen wurde versucht, in einem begrenzten Lungenbezirk Normalwerte für Kaliberverhältnisse peripherer

Lungengefäßschatten, wie sie sich auf Thoraxaufnahmen abbilden, zu messen und für einzelne kindliche Altersstufen darzustellen.

Eine nach haemodynamischen Gesichtspunkten ausgewählte Anzahl angeborener Herzfehler wurde hinsichtlich der peripheren Lungengefäßstrukturen mit dieser Gruppe verglichen und auf pathologische Gefäßveränderungen hin untersucht.

M e t h o d e

1. Untersuchungsmaterial

Als Untersuchungsmaterial für die Gruppe herzgesunder Kinder wurden Thoraxübersichtsaufnahmen der Altersgruppen 3, 4, 5 und 7 Jahre ohne Berücksichtigung der Geschlechtszugehörigkeit herangezogen. Aus der Gesamtheit aller an der Kinderklinik der Freien Universität Berlin (Kaiserin Auguste Victoria Haus) im Jahre 1967 angefertigten Thoraxübersichtsaufnahmen wurden jene unzureichender Bildgüte infolge mangelnder Inspirationshaltung oder Schrägprojektion ausgesondert. Weiterhin wurden Aufnahmen mit unphysiologischen Lungenverschattungen oder Aufhellungen und Aufnahmen jener Patienten, bei welchen epikritische Vermerke auf cardiale oder pulmonale Erkrankungen hinwiesen, nicht in das Kollektiv aufgenommen.

Alle Aufnahmen wurden in aufrechter p.a. Patientenhaltung bei einem Fokus-Filmabstand von 150 cm, ohne Streustrahlengitter, d.h. in minimalem Patienten-Filmabstand, einer optisch wirksamen Fokusgröße von 1,2 mm auf Universalfolienkombination angefertigt. Die Aufnahmewerte betrugen 50-60 kV Scheitelspannung am 6-Ventilgenerator. Wegen der mit 0,006 - 0,01 kurzen Expositionszeiten waren Veratmungsunschärfen nicht zu berücksichtigen.

Von jeder Altersgruppe standen ca. 25 Aufnahmen für die Auswertung zur Verfügung. Ihre Ergebnisse wurden als Bewertungsmaßstab für Thoraxübersichtsaufnahmen von zwölf Kindern entsprechender Altersstufen mit pathologisch veränderter Haemodynamik herangezogen. Hier waren die Diagnosen bzw. klinischen Angaben erst nach der Bildauswertung zugänglich. In diesen pathologischen Fällen wurden die Aufnahmen mit einem Fokus-Filmabstand von 200 cm angefertigt. Alle anderen Aufnahmebedingungen waren gleich. Der Unterschied des Vergrößerungsfaktors von 0,001 konnte dabei vernachlässigt werden.

2. Gewinnung der Untersuchungsdaten

Die große Zahl der abgebildeten Gefäßschatten machte eine Beschränkung der Messungen auf einen begrenzten, reproduzierbaren Lungenabschnitt erforderlich. Auf die Anwendung anderweitig vorgeschlagener peripherer Abschnitte mußte verzichtet werden, weil knöcherne Überlagerungen in basaler gelegenen Zonen eine Identifizierung von Gefäßquerschnitten zu sehr erschwerten (13, 23). So wurde für die Messungen beiderseits jener Bildausschnitt gewählt, welcher sich aus der Begrenzung durch die Verlängerung zweier, den ersten Intercostalraum ventral markierender, paralleler Hilfslinien auf den oberen Hiluspol und gegen die laterale Pleuragrenze hin ergab (Abb.1). Die störende knöcherne Überlagerung wurde hierdurch auf 3 bis 4 kreuzende dorsale Rippenanteile beschränkt; gemessen an caudal gelegenen Lungenabschnitten ist die Objektdicke hier relativ klein. Die Gefäße verlaufen wegen der geringen Tiefenausdehnung, vor allem in den lateralen Abschnitten, vorwiegend quer zur Projektionsrichtung. Unterschiede in der Inspirationshaltung wirken sich hier nicht in gleichem Ausmaß auf eine Verlagerung der Lungensegmente gegen den knöchernen Stützraum des Thorax aus wie in den zwerchfell-

nahen Lungenpartien (19a).

In diesem Bereich wurde mit der Distanz des periphersten Gefäßschattens zur lateralen Pleuragrenze die Breite der "stummen Zone" gemessen. Weiterhin wurde der Querschnitt erkennbarer Gefäße mit Stechzirkel und Meßlupe bestimmt. Hierzu wurde der angegebene Meßraum, von der lateralen Pleuragrenze beginnend, bis zum Hilus in Felder von je 1 cm Breite unterteilt und die Gefäßkaliber an den cm-Markierungen ermittelt. Waren in den hilusnahen Bezirken nur orthograd getroffene Gefäßschatten abgrenzbar, so wurde bei ellipsoiden Schattenformen der kleinste Durchmesser angegeben. Weil sich hier größere Gefäße oft verwaschen und nicht exakt bestimmbar abbilden, wurden die jeweils eindeutigen, d.h. gegebenenfalls kleineren Kaliber ausgewertet. Da bei den peripheren Gefäßstrukturen eine Unterscheidung zwischen Pulmonalarterien und -venen auf dem Übersichtsbild unmöglich ist, wurde auch in zentralen Abschnitten auf den Versuch einer Differenzierung verzichtet. Ebenso wurde unter Berücksichtigung der mit wachsendem Thoraxdurchmesser zunehmenden geometrischen Vergrößerung der Versuch unterlassen, die wahre Größe der Gefäßquerschnitte zu berechnen.

E r g e b n i s s e

1. Herzgesunde Patienten

Die nachfolgenden Diagramme 1 bis 4 zeigen die Mittelwertskurven für die einzelnen Altersstufen bei herzgesunden Patienten. Sie ergeben sich aus den im Anhang tabellarisch aufgeführten Einzelmessungen der Gefäßkaliber.

Aufgetragen wurden die arithmetischen Mittelwerte der Kalibermaße gegen den Meßort und ihre zweifachen Standardabweichungen. Stichproben ergaben eine Normalverteilung der Meßwerte.

Die Breiten der "stummen Zone" sind in den Diagrammen nicht aufgeführt, aber den jeweiligen Legenden beigelegt.



Abb.1:

Bereiche im ersten Intercostalraum rechts und links, in denen die Messungen der Gefäßquerschnitte in den markierten cm-Abständen vorgenommen wurden.

Abb.2: Altersgruppe 3 Jahre

Die mittlere Kurve verbindet die arithmetischen Mittelwerte der Gefäßkaliber in cm-Abständen von der lateralen Pleuragrenze. Die weiteren Kurven geben den Bereich der doppelten Standardabweichung wieder. Die Breite der "stummen Zone" beträgt:

rechts	$1,068 \pm 0,313$ cm (1S)
links	$1,090 \pm 0,357$ cm (1S).

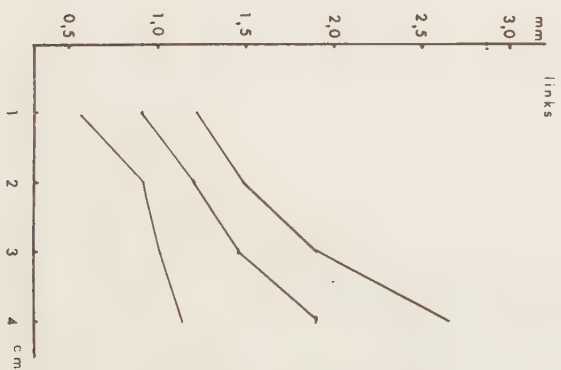
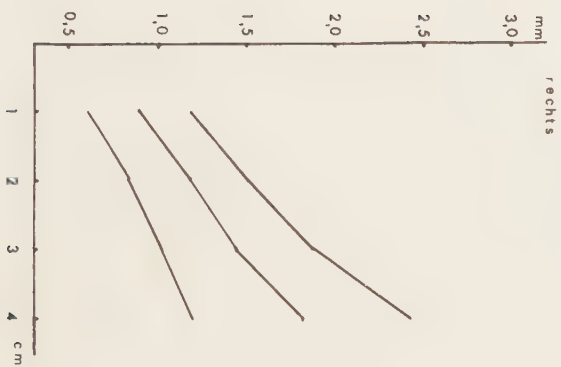


Abb.3: Altersgruppe 4 Jahre

Legende siehe Abb.2.

Die Breite der "stummen Zone" beträgt:

rechts $0,904 \pm 0,334$ cm (1S)

links $0,904 \pm 0,222$ cm (1S).

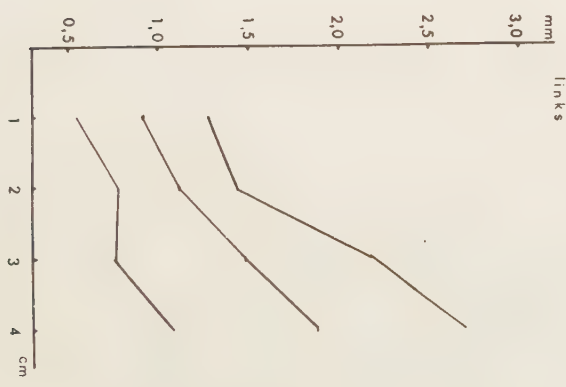
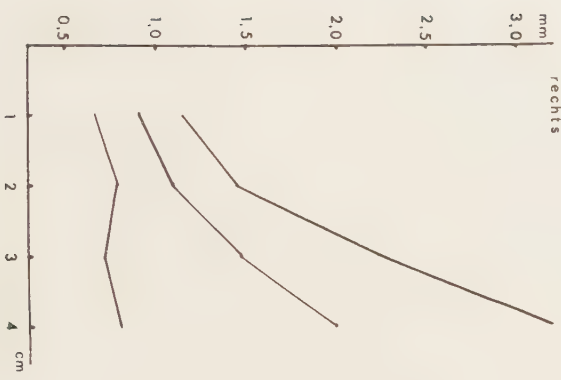


Abb.4: Altersgruppe 5 Jahre

Legende siehe Abb.2.

Die Breite der "stummen Zone" beträgt:

rechts $1,023 \pm 0,315$ cm (1S)

links $1,123 \pm 0,338$ cm (1S).

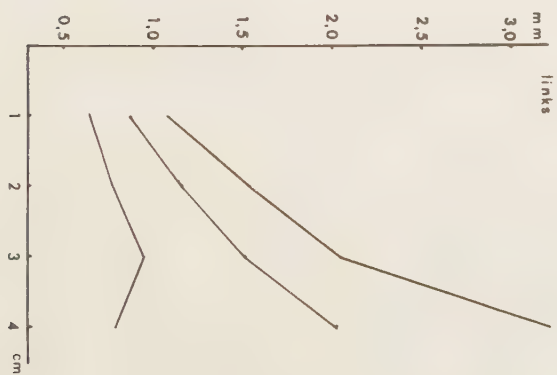
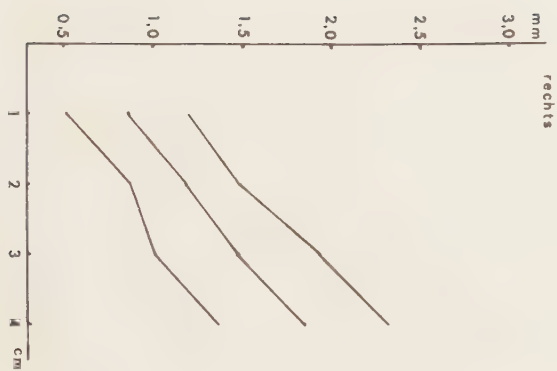


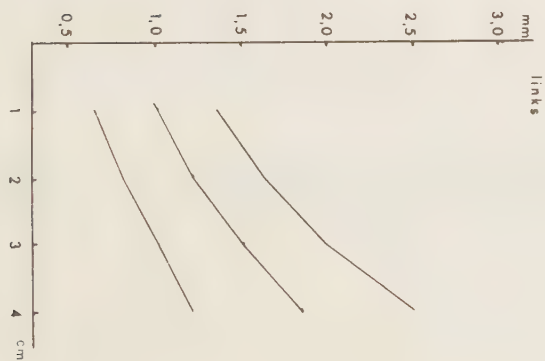
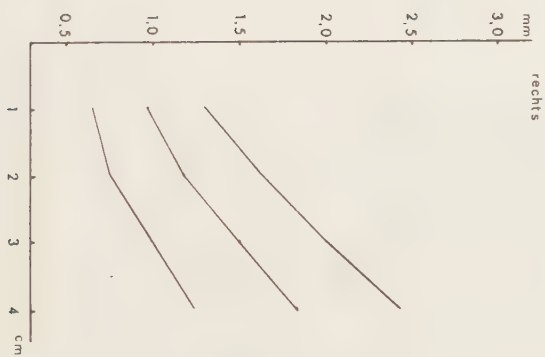
Abb.5: Altersgruppe 7 Jahre

Legende siehe Abb.2.

Die Breite der "stummen Zone" beträgt:

rechts $1,246 \pm 0,523$ cm (1S)

links $1,146 \pm 0,467$ cm (1S).



Die Mittelwertskurven der Gefäßkaliber zeigten beim Vergleich der einzelnen Altersstufen miteinander einen sehr ähnlichen Verlauf. Die Berechnung des Korrelationskoeffizienten für die Mittelwertskurven ist aus der nachfolgenden Tabelle ersichtlich.

	4J.	5J.	7J.
3J.	0,9896 re li 0,9929	0,9994 0,9984	0,9975 0,9960
4J.		0,9852 0,9979	0,9943 0,9994
5J.			0,9965 0,9992

Der Korrelationskoeffizient r für die Mittelwertskurven der Gefäßkaliber der einzelnen Altersstufen miteinander beträgt minimal 0,9852.

Wegen dieser signifikanten Korrelation wurden die Werte aller Altersstufen deshalb als Maßstab für die nachfolgenden Untersuchungen zusammengefaßt (Abb.6a und 6b).

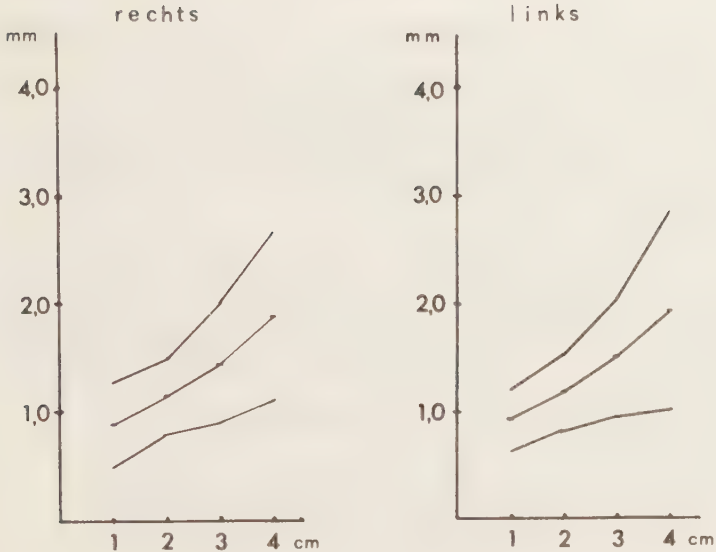


Abb. 6a und 6b

Gemessene Kaliberwerte aller Altersstufen zusammen. Aus der signifikanten Korrelation aller Werte ergab sich vorliegende Normkurve. Sie wurde als Maßstab für die nachfolgenden Untersuchungen pathologischer Fälle gesetzt.

Abb.6a:

rechts	1 cm	2 cm	3 cm	4 cm
N	60	99	102	97
$\bar{x}$	0,893	1,163	1,475	1,883
V	0,036	0,032	0,077	0,147
S	0,191	0,180	0,278	0,383

Abb.6b: links

N	58	100	101	93
$\bar{x}$	0,939	1,181	1,495	1,916
V	0,028	0,035	0,079	0,212
S	0,168	0,187	0,281	0,460

2. Patienten mit kongenitalen Vitien

Fall Nr.1: (T.S., w. 4 $\frac{9}{12}$ J., geb. 2.10.65)

Transposition der großen Gefäße, Vorhofseptumdefekt, kein Ventrikelseptumdefekt.

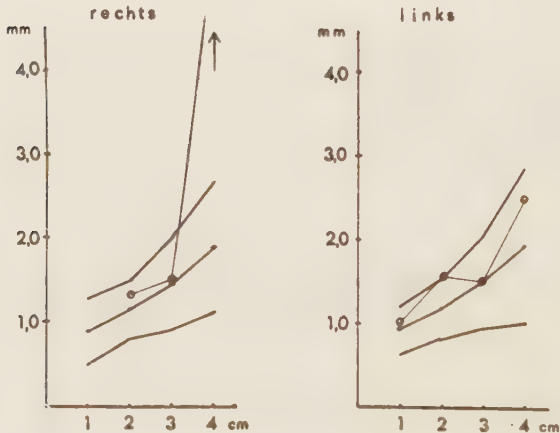
Extreme pulmonale Hypertension (P pulm.syst. 140 mm Hg, P aort.syst. 85 mm Hg).

Stark erniedrigter pulmonaler Flow, nicht zu berechnen.
(Daten vom September 1970.)

Befund der Thoraxaufnahme vom 1.7.1970:

Maximal links verbreiteter Herzschatten. Die Gefäßkaliber des Hilus und der parahilären Abschnitte sind extrem vergrößert. Das Kaliber der Pars intermedia der Arteria pulmonalis dextra mißt 14 mm.

	A	1 cm	2 cm	3 cm	4 cm
re	1,3 cm	-	1,3 mm	1,5 mm	1,3 mm
li	0,5 cm	1,0 mm	1,6 mm	1,5 mm	2,5 mm



Die Kaliberwerte liegen zentral hoch, in den peripheren Abschnitten normal. Rechts ist die "stumme Zone" etwas verbreitert, links ist sie sehr schmal.

Fall Nr.2a: (A.R.,m.2 $\frac{10}{12}$ J.,geb. 30.9.64)

Ventrikelseptumdefekt, Eisenmengerkomplex
(Widerstandshochdruck).

Herzkatheder-
Untersuchung
(Hk) 2.11.67

R-L-Shunt und L-R-Shunt
(sog. bidirektionaler oder Kreuz-
Shunt)

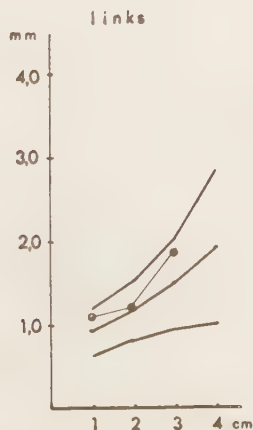
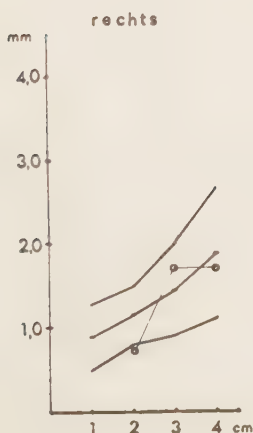
S_{O2} Aorta 83 %

P pulm 85/55 mm Hg

Befund der Thoraxaufnahme vom 27.7.1967:

Links verbreiteter Herzschatten mit kräftig gerundeter,
etwas angehobener Spitze. Die Lungengefäßzeichnung wirkt
zentral und peripher altersentsprechend.

	A	1 cm	2 cm	3 cm	4 cm
re	1,9 cm	--	0,7 mm	1,7 mm	1,7 mm
li	1,0 cm	1,1 mm	1,2 mm	1,9 mm	--



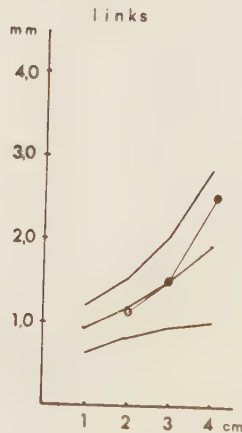
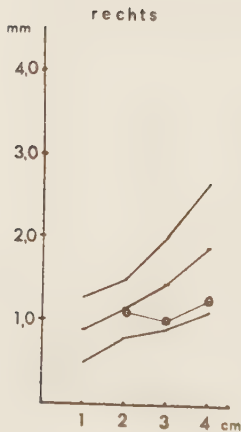
Die Kaliber der peripheren Gefäßabschnitte sind rechts
vermindert, alle übrigen Werte sind normal. Die "stumme
Zone" ist rechts stark verbreitert, links normal.

Fall Nr.2b: (Gleicher Patient im Alter von $4 \frac{11}{12}$ Jahren)

Befund der Thoraxaufnahme vom 22.8.1969:

Der links verbreiterte Herzschatten hat keine relative Größenzunahme erfahren. Die zentralen Lungengefäßkaliber wirken betonter, die peripheren erscheinen altersgerecht.

	A	1 cm	2 cm	3 cm	4 cm
re	1,9 cm	--	1,1 mm	1,0 mm	1,3 mm
li	1,3 cm	--	1,1 mm	1,5 mm	2,5 mm



Rechts liegen die Gefäßkaliberwerte im unteren Normbereich, links liegen sie peripher im mittleren, zentral im oberen Normbereich. Die "stumme Zone" ist rechts deutlich, links mäßig verbreitert.

Fall Nr. 3a: (L.M., w. 3 $\frac{11}{12}$ J., geb. 31.3.60)

Ductus Botalli persistens

Hk 31.8.65

L-R-Shunt

op. 20.9.65

P pulm 55/30 mm Hg

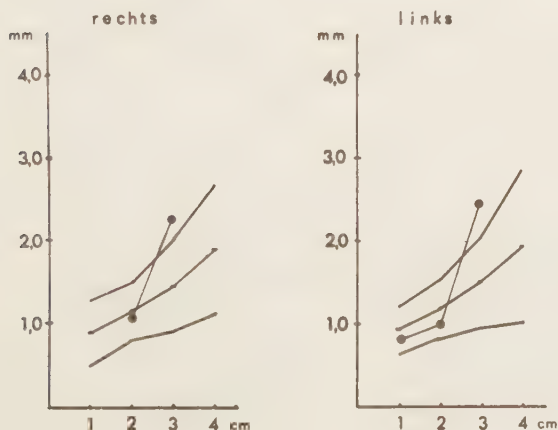
$Q_s : Q_p = 1:4,0$ ⁺)

Befund der Thoraxaufnahme vom 13.2.1964:

Links verbreiteter Herzschatten mit vorgewölbtem Pulmonalsegment. Die zentralen und peripheren Lungengefäße (Pulmonalarterien und -venen) wirken stark erweitert.

	A	1 cm	2 cm	3 cm	4 cm
re	1,8 cm	--	1,1 mm	2,3 mm	--
li	1,0 cm	0,8 mm	1,0 mm	2,5 mm	--

⁺) Relative Shuntmengenberechnung, modifiziert nach dem Fick'schen Prinzip.



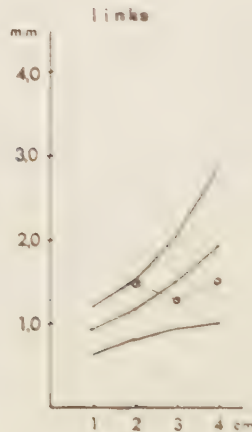
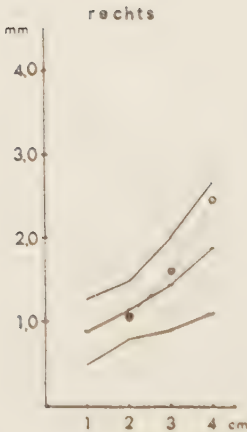
Die Werte der Gefäßkaliber liegen beiderseits peripher normal, zentral zu hoch. Die "stumme Zone" ist rechts breit, links normal.

Fall Nr. 3b: (Derselbe Patient im Alter von $\frac{18}{10}$ Jahren)

Befund der Thoraxaufnahme vom 28.1.1966:

Zustand nach linksseitiger Thorakotomie (Ligatur des Ductus Botalli). Der Herzschatten hat sich auf eine altersentsprechende Größe reduziert, sein Pulmonalsegment stellt sich nunmehr betont dar. Die zentrale Lungengefäßzeichnung zeigt schwächere Gefäßkaliber, die peripheren Lungenstrukturen wirken normal.

	A	1 cm	2 cm	3 cm	4 cm
re	1,1 cm	--	1,1 mm	1,6 mm	2,5 mm
li	0,7 cm	0,8 mm	1,5 mm	1,3 mm	1,5 mm



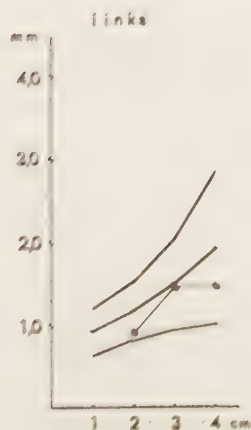
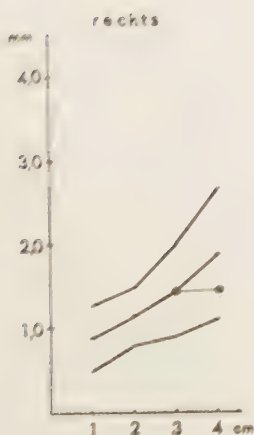
Postoperativ liegen die Gefäßkaliber nur noch rechts im Bereich der oberen Norm. Die "stumme Zone" ist beiderseits schmaler.

Fall Nr. 25 (derselbe Patient im Alter von $7 \frac{1}{2}$ Jahren)

Befund der Thoraxaufnahme vom 5.7.1967:

Mittelschwerer, nicht vergrößerter Herzschatten mit für das Patientengebiet zu stark betontem Pulmonalsegment. Die zentralen Gefäßkaliber erscheinen noch über das Alter hinaus vergrößert, die peripheren wirken normal.

	A	1 cm	2 cm	3 cm	4 cm
rg	2,6 cm	—	—	1,5 mm	1,5 mm
ld	1,2 cm	—	0,9 mm	1,5 mm	1,5 mm



Alle Kaliber liegen im mittleren bis unteren Normbereich. Rechts stellt sich die "stumme Zone" sehr breit, linke normal dar.

Fall Nr.4: (M.R.m. 4 $\frac{8}{12}$ J., geb. 18.1.64)

Ductus Botalli persistens

mit L-R-Shunt, pulm. Hypertension

Hk 24.10.68

P pulm 60/35 mm Hg

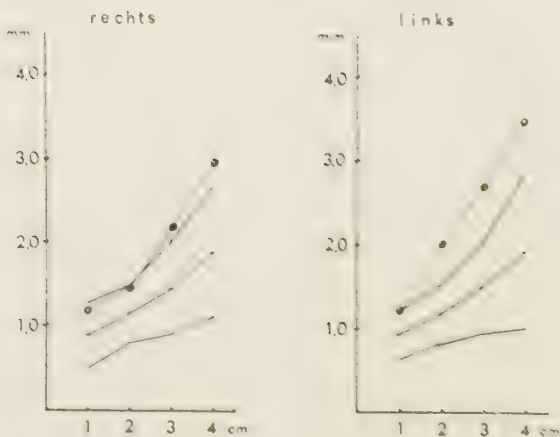
op. 1.11.68

$Q_s:Q_p = 1:4,5$

Befund der Thoraxaufnahme vom 23.10.1968:

Mittelständiger, nach beiden Seiten stark verbreiteter
Herzschatten. Die zentralen und peripheren Lungengefäß-
kaliber sind vergrößert.

	A	1 cm	2 cm	3 cm	4 cm
re	1,0 cm	1,2 mm	1,5 mm	2,2 mm	3,0 mm
li	1,0 cm	1,2 mm	2,0 mm	2,7 mm	3,5 mm



Alle Kaliberwerte liegen hoch bis sehr hoch. Die Breite
der "stummen Zone" ist normal.

Fall Nr. 5: (E.L., w. 7 $\frac{10}{12}$ 3., Geb. 21.3.61)

Vorläufiger Befund vom 11.2.1969

Ex 19.4.69

F pulm 28/10

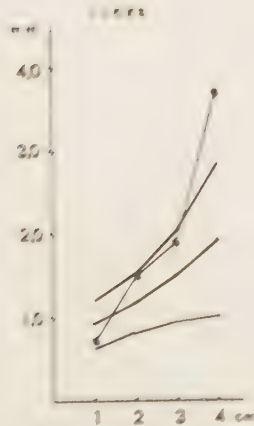
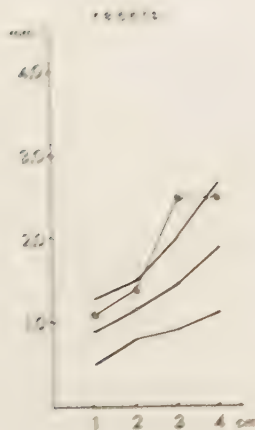
Op. 30.5.69

$Q_E : Q_V = 1:2,5$

Befund der Thoraxuntersuchung vom 11.2.1969:

Beidseitig 2 kleine verstreut verteilte Herzknoten mit deutlich zentraler Kaverna und leicht vorgewölbtem Perikardbogen. Die Knoten sind wie periphere Läsionen vermischt.

	1 cm	2 cm	3 cm	4 cm
Ex	0,9 mm	1,1 mm	1,4 mm	2,5 mm
Op	0,8 mm	0,7 mm	1,5 mm	3,7 mm



Die Gefäßknoten sind beiderseits peripher normal, zentralwärts groß. Die Breite der 'stummen Zone' ist normal.

Fall Nr.6: (G.E.,w.2 $\frac{10}{12}$ J.,geb.8.12.67)

Hk 25.1.68

Ventrikelseptumdefekt.

op.14.3.68

L-R-Shunt, pulmonale Hypertension

(Banding)

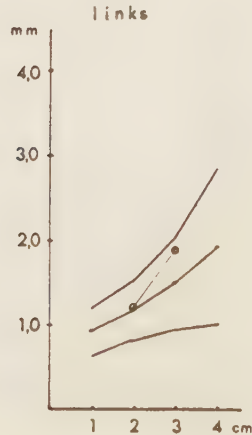
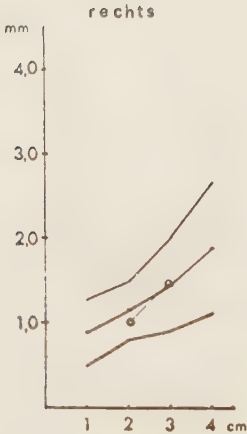
P pulm 50/15 mm Hg

$Q_s : Q_p = 1:2,5$

Befund der Thoraxaufnahme vom 2.10.1970:

Zustand nach linksseitiger Thorakotomie. Der mittelständige Herzschatten ist stark nach beiden Seiten verbreitert, die zentralen und peripheren Gefäßkaliber sind groß.

	A	1 cm	2 cm	3 cm	4 cm
re	1,1 cm	--	1,0 mm	1,5 mm	--
li	1,5 cm	--	1,2 mm	1,9 mm	--



Die Werte der Gefäßkaliber liegen im Normbereich, die Breite der "stummen Zone" im Bereich der mittleren bis oberen Norm.

Fall Nr.7: (K.A.,w. 3 $\frac{5}{12}$ J.,geb. 28.5.59)

Vorhofseptumdefekt vom Secundumtyp

Hk 19.3.68

P pulm 19/6

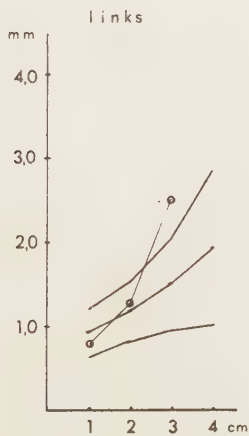
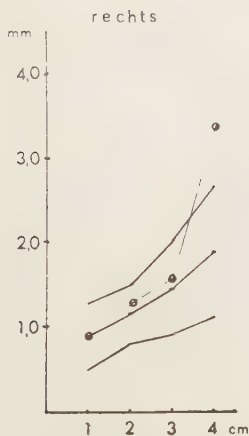
op.11.6.69

$Q_s:Q_p = 1$: nicht exakt berechenbar.

Befund der Thoraxaufnahme vom 22.10.1962:

Beidseits verbreiteter mittelständiger Herzschaten mit Übergang in ein normales Gefäßband. Die Lungengefäßzeichnung bildet sich verwaschen, zentral verstärkt ab.

	A	1 cm	2 cm	3 cm	4 cm
re	1,0 cm	0,9 mm	1,3 mm	1,6 mm	3,4 mm
li	0,9 cm	0,8 mm	1,3 mm	2,5 mm	--



Rechts liegen die Kaliberwerte bis zum parahilären Bereich normal, zentralwärts erfolgt eine steile Kaliberzunahme bis 2S oberhalb der Normgrenze. Links sind die peripheren Gefäße relativ klein, auch hier zentralwärts steile Kaliberzunahme. Beiderseits ist die "stumme Zone" normal breit.

Fall Nr.8: (S.D., w.7 $\frac{4}{12}$ J., geb. 31.3.59)

Vorhofseptumdefekt (Sinus-venosus-Typ) mit
partieller Fehlmündung der rechten oberen
Lungenvenen in den rechten Vorhof.

Hk 25.4.68

L-R-Shunt

op.18.6.69

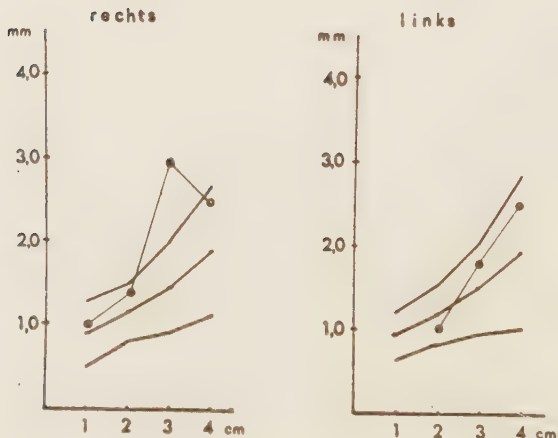
P pulm. 22/5

$Q_s : Q_p = 1:2,0$

Befund der Thoraxaufnahme vom 1.8.1966:

Beidseits betonter, nicht verbreiteter Herzschatten mit
gerundeter rechter Kontur und Übergang in ein schmales
Gefäßband. Die zentrale und periphere Lungengefäßzeichnung
ist verstärkt.

	A	1 cm	2 cm	3 cm	4 cm
re	0,9 cm	1,0 mm	1,4 mm	3,0 mm	2,5 mm
li	1,9 cm	--	1,0 mm	1,8 mm	2,5 mm



Die zentralen Gefäßabschnitte sind rechts verstärkt, alle
übrigen liegen im mittleren bis oberen Normbereich. Links
erreicht die "stumme Zone" die obere Normgrenze.

Fall Nr.9a: (H.P.,m. 4 $\frac{9}{12}$ J.,geb.2.8.62)

Truncus arteriosus communis Typ IV (COLLETT u. EDWARDS) sog. Spontan-Blalock bds.

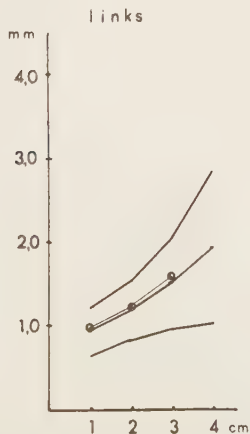
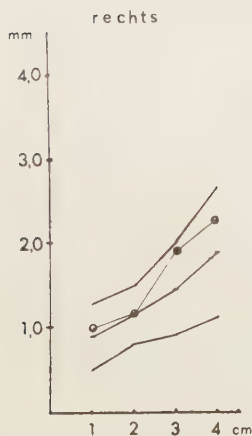
Pulmonalarterien nicht vorhanden.

(Aortographie und venöse Rechts-Herzangiocardigraphie).

Befund der Thoraxaufnahme vom 10.5.1967:

Vorwiegend links verbreiteter Herzschatten mit angehobener Spitze und ausgeprägter Taille. Der obere Mediastinalschatten ist breit. Atypische Verteilung der Hilusgefäße. Die Gefäßkaliber wirken zentral verstärkt, peripher unauffällig.

	A	1 cm	2 cm	3 cm	4 cm
re	0,9 cm	1,0 mm	1,2 mm	1,9 mm	2,3 mm
li	0,9 cm	1,0 mm	1,2 mm	1,6 mm	--



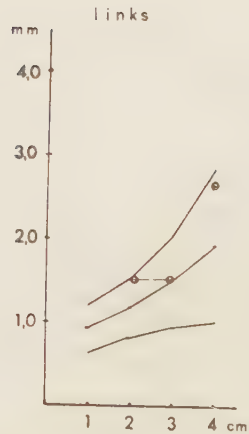
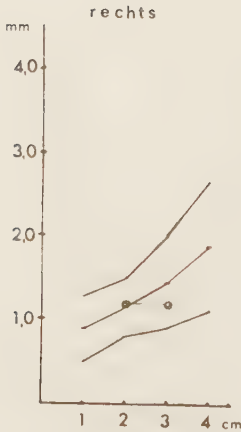
Alle Kaliberwerte liegen im Normbereich. Die Breite der "stummen Zone" ist normal.

Fall Nr.9b: Gleicher Patient im Alter von $5 \frac{10}{12}$ Jahren.

Befund der Thoraxaufnahme vom 21.6.1968:

Unveränderte Größe des links verbreiterten Herzschattens.
Der Aortenbogen bildet sich betont ab, die Kaliber der
zentralen und peripheren Lungengefäße wirken normal.

	A	1 cm	2 cm	3 cm	4 cm
re	1,4 cm	--	1,2 mm	1,2 mm	--
li	1,2 cm	--	1,5 mm	1,5 mm	2,7 mm



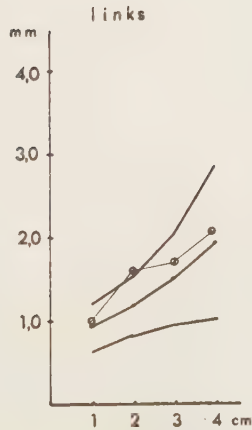
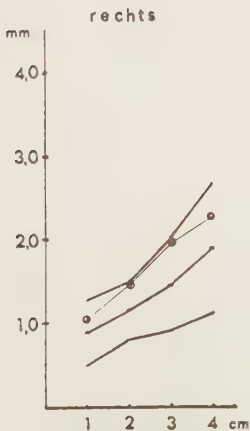
Alle Kaliberwerte sind normal. Die Breite der "stummen Zone" liegt im oberen bzw. mittleren Normbereich.

Fall Nr.9c: Gleicher Patient im Alter von $6\frac{11}{12}$ Jahren.

Befund der Thoraxaufnahme vom 10.7.1969:

Zunehmende Linksverbreiterung des Herzschattens, die zentrale Lungengefäßzeichnung ist weichfleckig verstärkt, die peripheren Kaliber wirken normal.

	A	1 cm	2 cm	3 cm	4 cm
re	0,4 cm	1,1 mm	1,5 mm	2,0 mm	2,3 mm
li	0,6 cm	1,0 mm	1,6 mm	1,7 mm	2,1 mm



In beiden Lungenfeldern liegen die Kaliberwerte an der oberen Normgrenze. Die "stumme Zone" ist auffallend schmal.

Fall Nr.10: (B.C., m. 4 $\frac{9}{12}$ J., geb.28.7.64)

Fallotsche Tetralogie bei Noonan-Syndrom

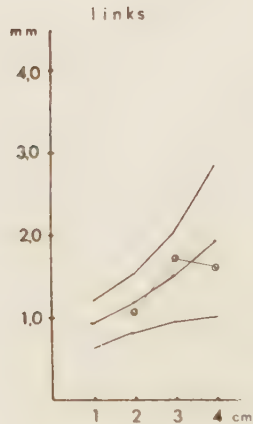
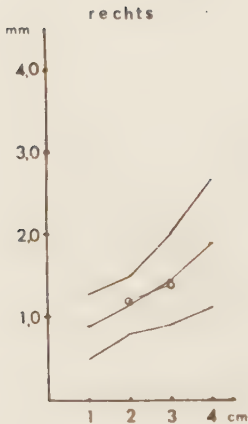
Hk 28.10.69

S_{O2} Aorta 91 %

Befund der Thoraxaufnahme vom 12.5.69:

Beiderseits betonter Herzschatten mit vorzeitig ausgebildeter Herztaille. Die zentrale Lungengefäßzeichnung erscheint verstärkt, die periphere normal.

	A	1 cm	2 cm	3 cm	4 cm
re	1,5 cm	--	1,2 mm	1,4 mm	--
li	1,8 cm	--	1,1 mm	1,7 mm	1,6 mm



In beiden Lungenfeldern finden sich normale Kaliberwerte.
Die "stumme Zone" ist rechtsbreit, links sehr breit.

Fall Nr.11: (S.M.,m. 6 ¹/₁₂ J., geb.21.12.64)

Fallotsche Tetralogie mit Foramen ovale
persistens.

Hk + Angiocardiographie 8.1.70

R-L-Shunt von ca.60 %

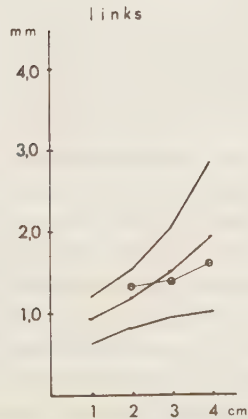
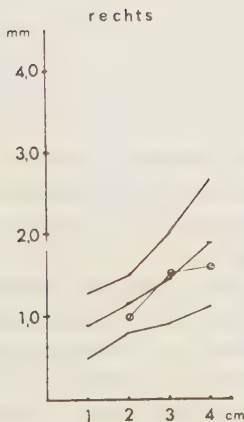
S_{O2} Art.fem. 85 %

des Großkreislauf-
volumens (Farbstoff-
verdünnungskurve).

Befund der Thoraxaufnahme vom 2.2.71:

Gering nach links verbreiteter Herzschatten mit betontem
Pulmonalissegment. Die zentrale und periphere Gefäßzeich-
nung wirkt normal.

	A	1 cm	2 cm	3 cm	4 cm
re	1,5 cm	--	1,0 mm	1,5 mm	1,6 mm
li	2,0 cm	--	1,3 mm	1,4 mm	1,6 mm



Die peripheren und zentralen Gefäßkaliber liegen beider-
seits in der mittleren bis unteren Norm. Die "stumme Zone"
ist rechts mäßig, links stärker verbreitert.

D i s k u s s i o n

Ist eine reproduzierbare Bestimmung von Gefäßquerschnitten bei Erwachsenen bereits problematisch, so gilt dies in mindestens gleichem Maße für die Abgrenzung und Messung der Lungengefäße beim Kind.

Schon aus Gründen geometrisch bedingter Vergrößerungs- und Abbildungsunschärfen unterliegt die Gewinnung von Daten der Gefäßstärken großen Unsicherheitsfaktoren (13). Bei der Vielzahl der Gefäßzüge im Summationsbild gelingt es auch dem geübten Betrachter selten, einen einmal erkannten Gefäßzug bis in seine peripheren Aufzweigungen von überkreuzenden Gefäßen abzugrenzen. Die Schwierigkeit, Gefäßzüge als solche auf einem Übersichtsbild zu erkennen, nimmt zu, je weiter man diese in der Peripherie aufsucht. In der sich hier anschließenden Zone werden orthograd abgebildete Gefäße immer seltener, erhebliche Kaliberdifferenzen der erkennbaren Gefäße sind nicht mehr zu beobachten. Gerade die Überlagerung gleich starker Gefäßzüge scheint hier eine gewisse Uniformität des Bildes zu verursachen. Dies ist auf Summations- und Superpositionseffekte zurückzuführen, die bei der Auswertung von Röntgenübersichtsaufnahmen stets zu berücksichtigen sind (2, 7, 27a). Die Möglichkeit einer besseren und leichteren Erkennbarkeit von Lungenstrukturen durch Anwendung der Hartstrahltechnik oder Tomographie ist bei Kindern begrenzt. Für unsere Untersuchung wurde so einer Zone, die durch das Thoraxskelett nur gering überlagert ist, der Vorzug gegeben. Hier gab es bei den ausgewerteten Aufnahmen herzgesunder Kinder keine, auf welcher nicht wenigstens ein Gefäß in der Nähe der vorgegebenen Abstandsmarkierung deutlich erkannt wurde. Dies schließt nicht aus, daß zuweilen überlagernde Gefäße als zu breit markiert und gemessen wurden. Vermutlich lassen sich z.T. dadurch gefundene Extremwerte in dem Normalkollektiv erklären.

Zur Identifizierung der Gefäßzüge resp. ihrer Breite erschien die Verwendung der Meßlupe nicht in allen Fällen vorteilhaft, weil hiermit Gefäßschatten häufig schwerer als eindeutiger Kontrastschritt erkennbar waren und ein geringer Schwärzungsunterschied auf kleinerem Raum leichter mit bloßem Auge wahrgenommen wird.

Im Gegensatz zu Schichtaufnahmen ist der Abstand der abgebildeten Gefäße zur Filmebene nicht bekannt, die wahren Kalibergrößen sind deshalb nicht zu berechnen. Eine Differenzierung zwischen den sich in den zentraleren Abschnitten überlagernden nach ventral und nach dorsal ziehenden Segment- und Subsegmentarterien und -venen gelingt in der Regel auf Übersichtsaufnahmen nicht. Das Verhalten der Gefäßkaliber ist auch bei Normalen unterschiedlich und unterliegt erheblichen individuell konstitutionellen Schwankungen (26). Es ist von der Körperlage bei der Aufnahme, vom Inspirations- und Füllungsgrad abhängig (2, 6, 11, 12b, 13, 16, 19b, 27a). Auch wenn hier die Messungen an Gefäßen etwa gleicher Größenordnung in vergleichbaren Lungenabschnitten und bei Aufnahmen durchgeführt wurden, die unter etwa gleichen Bedingungen angefertigt waren, können zahlenmäßige Angaben über Gefäßdurchmesser nur als relative Vergleichswerte angesehen werden.

Das zum Vergleich herangezogene Kollektiv herzgesunder Kinder erscheint zu klein, um hieraus eine Normalverteilung des Lungengefäßverhaltens für einzelne Altersgruppen ableiten zu können. Hierzu wären Reihenuntersuchungen großen Umfangs erforderlich. Im Hinblick auf die gute Übereinstimmung der entsprechenden Werte der rechten und linken Lungenfelder bei Gleichaltrigen und die Übereinstimmung der Gefäßquerschnitte in identischen Abständen von der Pleuragrenze bei allen untersuchten Altersgruppen schien dies Kollektiv aber ausreichend, um ein Krankengut mit pathologisch veränderter Haemodynamik zu vergleichen. Die relativ große Streubreite der zentraleren Meßpunkte ist z.T. durch die erhebliche Variabilität der

die Oberlappensegmente versorgende Subsegmentarterienzahl und die Variationbreite ihrer Ursprünge bedingt (19a, 19b, 20). Nach BOYDEN wird ein einziger, den linken Oberlappen versorgender Gefäßstamm nur in 18 % der Fälle angetroffen, der sich dann in die Segment- und Subsegmentarterien verzweigt. In der Mehrzahl der Fälle finden sich mehrere (vier bis acht) Arterien, die in verschiedener Höhe der A.pulm. sin. entspringen. Zudem wurden zuweilen lateral des Hilus nach caudal ziehende Venenstämme als Extremwerte erfaßt. Der geringe Unterschied der Normalkurven für die einzelnen Altersgruppen ist zunächst durch die Wahl der Meßanordnung bedingt. Ob dies für alle Altersgruppen in gleichem Maße gilt, muß offen bleiben. Wären die Messungen von einem zentral gelegenen Punkt aus erfolgt, so wären altersabhängige Differenzen der Gefäßkaliber eher ein Ausdruck der Thoraxgröße als ein Maß für das Verhältnis der Gefäßkaliber zum Lungenvolumen.

Aus Vergleichen mit bisherigen Größenangaben über Lungengefäße, die mit Hilfe von Angiogrammen und histologischen Schnitten gemacht wurden (2, 9, 15, 17, 19a, 19b, 27a), ergaben sich gewisse Anhaltspunkte über die Größenordnung der kleinsten hier untersuchten Gefäße.

Betrachten wir die anatomischen Gegebenheiten der Endstrombahn, so entfallen die Prae- und Postcapillaren ($40 - 60 \mu$ Durchmesser), die daraus hervorgehenden Venulae ($50 - 80 \mu$ Durchmesser) und unter physiologischen Verhältnissen die arteriovenösen Anastomosen ($20 - 40 \mu$ Durchmesser) für die Röntgenabbildung. Mit Kalibergrößen von $0,4 - 0,8$ mm können Lobulararterien als Endarterien resp. die Gefäße der "reinen Mantelzone" unter günstigen Bedingungen erkennbar werden (2, 5, 9, 15, 17, 19a, 19b, 20, 27a). Um diese dürfte es sich bei einem Teil der kleinsten gemessenen Kaliberwerte handeln.

Bei der Auswertung der Röntgenübersichtsaufnahmen von Patienten mit angeborenen Herzfehlern ergaben sich in

vielen Fällen erhebliche Abweichungen der gefundenen Gefäßkaliber von denen der herzgesunden.

Bei ausgeprägter pulmonaler Hypertension fanden sich erwartungsgemäß die stärksten Abweichungen. Die Werte zeigen den charakteristischen Kalibersprung in eindrucksvoller Weise (Fall Nr.1, 2 und 3). Die sich in den entsprechenden Fällen ähnelnde Verlaufskurve ergibt sich aus der Abnahme der Kaliberwerte von den zentral stets erweiterten Gefäßlumina zu peripher sehr niedrig liegenden Querschnitten (8, 10).

Es ist jedoch bekannt, daß die Verjüngung der Gefäßkaliber bei der pulmonalen Hypertension mit L-R-Shunt nicht abrupt, sondern auch allmählich zur Lungenperipherie fortschreitend erfolgen kann (10). Deutlich zeigt das der Fall Nr.4: bei allgemein erweiterten Gefäßkalibern fehlt ein Kalibersprung, der auf die nachgewiesene Hypertension bei L-R-Shunt hinweisen würde. Bemerkenswert ist auch das Gefäßverhalten beim Ductus Botalli persistens: bei großen Shuntvolumina verstärken sich die Gefäßkaliber nicht in gleichem Maße wie bei einem Shunt gleichen Ausmaßes auf Vorhof- oder Ventrikelebene (8).

Weiterhin zeigen Fälle von L-R-Shunt (Fall Nr.7 und 8) auffallend große Kalibersprünge, die eine tatsächlich nicht vorhandene Hypertension vortäuschen könnten. Die vergleichende Betrachtung zeigt, daß Abweichungen vom erwarteten röntgenologischen Gefäßverhalten auftreten können. Nach EULER dürfte diese Inkonstanz der Röntgenphänomene vor allem auch mit der unterschiedlichen anatomischen und funktionellen Beschaffenheit der Gefäßwände zusammenhängen, die neben Dauer und Schweregrad des pulmonalen Hochdrucks das morphologische Verhalten der arteriellen Strombahn bestimmt.

Andererseits ergaben sich auch bei gesicherter pathologisch veränderter Haemodynamik Werte, die sich keineswegs vom mittleren Normbereich der zum Vergleich herangezogenen Normalgruppe unterschieden. Dies gilt sowohl für den

Fall Nr.2 (Widerstandshochdruck mit gekreuztem Shunt) als auch für die Fälle Nr.10 und Nr.11 mit ausschließlicm R-L-Shunt.

In diesen beiden letzten Fällen weisen die Kaliberwerte keineswegs auf eine verminderte Lungendurchblutung hin. Auffallend ist dagegen, daß hier die "stumme Zone" beiderseits sehr breit ist. Ähnliches fand sich - allerdings nur rechtsseitig - bei Fällen mit extremer pulmonaler Hypertension (Fall Nr.1, 2, 3a) und angedeutet bei dem Zustand nach Ligatur eines Ductus Botalli persistens (3b).

Bei der Auswertung der Röntgenübersichtsaufnahmen herzkranker Kinder schienen sich in einigen Fällen Widersprüche zwischen den Meßergebnissen und dem röntgenologischen Befundbericht, besonders bei der Bewertung des peripheren Gefäßbildes, zu ergeben. Während bei der üblichen Beurteilung die Verläufe der Segment- und Subsegmentarterien bzw. -venen in der Regel als periphere Gefäßzeichnung angesehen werden (10), wurden bei dieser Untersuchung jene Gefäßbereiche als peripher bezeichnet, die der Größenordnung der Lobulararterien zugeordnet werden können. Sie lassen sich normalerweise bei den hier untersuchten Altersstufen schon in einem Abstand von 0,5 - 1 cm von der lateralen Pleuragrenze erkennen. Zum Teil handelte es sich somit um scheinbare, definitionsbedingte Widersprüche. Anders war es bei den Fällen Nr.3 und Nr.6. Hier liegen widersprüchliche Beurteilungsergebnisse der parahilären Gefäßkaliber vor. Die Messungen der Gefäße lassen hier eine Normalisierung der Gefäßstrukturen eher und eindeutiger erkennen als die übliche Bildauswertung.

Auf Lungenübersichtsaufnahmen sollen sich Gefäßstrukturen bei Kindern weiter in die Peripherie verfolgen lassen als bei Erwachsenen (23). Altersabhängige Faktoren wie größerer Thoraxtiefendurchmesser und unterschiedliche Weichteilbedeckung werden als eine Ursache dafür angenommen. Ebenso ist die unterschiedliche Breite der "stummen Zone" bei pathologisch veränderter Lungendurchblutung bekannt

(3, 27a). Es liegt nahe, daß bei herabgesetzter Lungendurchblutung die Gefäßzeichnung der Peripherie vermindert ist (2), resp. die "stumme Zone" bei allgemeiner Verengung der Lungengefäße breiter erscheint und somit als ein Maß für die Durchblutungsverhältnisse gesetzt werden kann. Deutlich zeigen das die untersuchten Fälle Nr.10 und Nr.11 mit Fallotscher Tetralogie. Die Verbreiterung erscheint hier linksseitig noch betonter als rechts. Über ein solches asymmetrisches Gefäßverhalten beim Ductus Botalli, beim VSD und ASD wurde in neuerer Zeit berichtet (8, 12a, 12b, 23, 26).

Trotz der großen physiologischen Variation der Gefäßkaliber und der relativ ungenauen Bestimmung ihrer tatsächlichen Querschnittsgrößen ermöglicht die hier vorgeschlagene Methode, das periphere Gefäßbild objektiver als bisher zu beurteilen. Sie stellt dabei sicherlich keine prinzipielle Erweiterung der radiologischen Diagnostik dar, sondern einen gangbaren Weg, im Röntgenbild enthaltene Informationen über die Lungenstruktur zu dokumentieren. Die gewählte Meßanordnung empfiehlt sich besonders deshalb, weil für den bisher untersuchten Altersbereich wachstumsbedingte Änderungen der Normalwerte im Gegensatz zu der einzigen bisher bekannten Messung zentraler Gefäße (23) vernachlässigt werden können. Für eine hinreichende Genauigkeit sind mindestens sechs Gefäßmessungen erforderlich. Das etwas umständliche Verfahren dürfte sich deshalb kaum für die Routinebeurteilung von Thoraxübersichtsaufnahmen einführen. Für besondere Fragestellungen wie die Verlaufsbeobachtung angeborener Herzfehler scheint es dagegen geeignet.

Z u s a m m e n f a s s u n g

Die Untersuchung stellt den Versuch dar, auf Thorax-übersichtsaufnahmen erkennbare periphere Gefäßstrukturen metrisch zu erfassen.

Hierzu wurden periphere Lungengefäßkaliber und die Breite der sog. "stummen Zone" bei 101 herzgesunden drei-, vier-, fünf- und siebenjährigen Kindern und bei 11 Patienten mit bekannter pathologisch veränderter Haemodynamik des kleinen Kreislaufs gemessen und miteinander verglichen.

Bei der in einem kleinen Lungenbezirk von der Peripherie gegen den Hilus erfolgenden Bestimmung der Gefäßkaliber ergaben sich zwischen den untersuchten Altersgruppen herzgesunder Kinder keine Unterschiede. Pathologische Abweichungen des Lungengefäßbildes sind durch das metrische Verfahren gut zu dokumentieren.

Literaturverzeichnis

1. ARNOIS, D.C.,
SILVERMAN, F.N. and
TURNER, M.E. : The Radiographic Evaluation
of Pulmonary Vasculature in
Children with Heart Disease.
Radiology 72, 689 (1959)

2. ANACKER, H. und
STENDER, H.H. : Krankheiten der Lunge, in:
Klinische Röntgendiagnostik
innerer Krankheiten, Bd.1,
Springer-Verlag
Berlin-Heidelberg-New York
S.282-289 (1963)

3. ASSMANN, H. : Über Veränderungen der Hilus-
schatten im Röntgenbilde bei
Herzkrankheiten.
Dtsch.Arch.klin.Med. (1920)
S.335-361

4. BARRY, G. and
CLIFTON, D. : Radiology Accuracy in Evalua-
ting Congenital Heart Disease
in the Young Child.
Southern Medical Journal (1970)
S.106-108

5. BOLT, W. und
RINK, H. : Die terminale Lungenstrombahn
im normalen und im pathologi-
schen Angiogramm.
Fortschr.Röntgenstrahlen 93,
25 (1960)

6. CEN, M. und
FRIK, W. : Zur Darstellung der Lungen-
venen mit verschiedenen Un-
tersuchungsmethoden ohne
Kontrastmittel.
Fortschr. Röntgenstr. 100,
711-717 (1964)

7. CHANTRAINE, H. : Über die Rolle der Summation
bei den ärztlichen Röntgen-
aufnahmen.
Fortschr. Röntgenstr. 79,
522 (1953)

- derselbe : Widerlegung der Summations-
theorie.
Fortschr. Röntgenstr. 71,
624-630 (1949)

8. DESILETS, D. : Roentgenologic Examination of Heart, in : Moss, A.J. and Adams, F.H.: Heart Diseases in Infants, Children and Adolescents. Baltimore (1968) 76-132
9. DOTTER, Ch.T. and STEINBERG, I. : Angiocardiography. Pulmonary Heart Disease. Paul B. Hoeber, Inc. New York, (1952) 156-164
10. ESCH, D. und THURN, P. : Zur Diagnose der pulmonalen Hypertonie im gewöhnlichen Röntgenbild. Fortschr. Röntgenstr. 90, 434-451 (1959)
11. von EULER, U.S. : Physiologie des Lungenkreislaufs. Verh. Dtsch. Ges. Kreisl. Forsch. 17, 9 (1951)
12. FELIX, R. und DÜX, A. : Die "einseitig helle Lunge" auf funktioneller Basis. Fortschr. Röntgenstr. 107, 59-67 (1967)
- derselbe : Haemodynamik der Lungenvenen. Fortschr. Röntgenstr. 107, 621 (1967)
13. FERNHOLZ, H.J. und MÜLLER, G. : Bestimmung und Bedeutung der Veränderung von GefäßQuerschnitten auf Thoraxübersichtsaufnahmen bei Patienten mit Bronchialkarzinom. Fortschr. Röntgenstr. 112, 195-203 (1970)
14. FRANKE, H. : Die Grenzen der Deutlichkeit im Röntgenbild. Fortschr. Röntgenstr. 41, 640-641 (1930)
- derselbe : Die geometrischen Schärfenbedingungen im Röntgenbild. Fortschr. Röntgenstr. 43, 795-796 (1931)
- derselbe : Die Wandlung des Lungenbildcharakters mit der Strahlenhärte. Fortschr. Röntgenstr. 46, 349-350 (1933)

14. FRANKE, H. : Über die Grenzen der Darstellbarkeit im Röntgenbild.
Fortschr. Röntgenstr. 48,
495-496 (1934)
15. FRIK, W. und PERSCH, W.F. : Der Einfluß des Kontrastmittels auf das Arterienkaliber in der experimentellen Angiographie.
Fortschr. Röntgenstr. 111,
620-629 (1969)
16. GERSTENBERG, E. : Die Lungenzeichnung im Röntgenbild. Anatomische und röntgenphysikalische Grundlagen.
Deutscher Röntgenkongreß 1966, Georg Thieme Verlag
Stuttgart, S.54 (1967)
17. GIESE, W. : Über die Endstrombahn der Lunge.
Bad Oeynhausener Gespräche I, Springer-Verlag
Berlin-Göttingen-Heidelberg
S.45-53 (1957)
18. GROSSE-BROCKHOFF, F. : Pathophysiologie des Lungenkreislaufs.
Bad Oeynhausener Gespräche I, Springer-Verlag
Berlin-Göttingen-Heidelberg
S.64-79 (1957)
19. von HAYEK, H. : Die menschliche Lunge. Die Blutgefäße der Lunge.
Springer-Verlag
Berlin-Heidelberg-New York
S.285 (1970)
- derselbe : Anatomische Grundlagen der Lungenfunktion.
Bad Oeynhausener Gespräche I, Springer-Verlag
Berlin-Göttingen-Heidelberg
S.6 (1957)
20. HERRNHEISER, G. : Röntgenanatomie der Lunge.
Fortschr. Röntgenstr. 74,
623-648 (1951)
21. HORNYKIEWITSCH, Th. und STENDER, H.St. : Normale und pathologisch veränderte Lungengefäße im Schichtbild.
Fortschr. Röntgenstr. 79,
44-51 (1953)

22. NADAS, A.S. : Pediatric Cardiology.
W.B. Saunders Company,
Philadelphia and London S.104
(1963)
23. SCHERMULY, W., Die meßbaren Lungenstrukturen
JANSEN, N. und im Röntgenbild.
ODENWÄLDER, I. : Fortschr. Röntgenstr. 111,
68-76 (1969)
24. SCHMID, F. und Röntgendiagnostik im Kindes-
WEBER, G. : alter. Lunge und Luftwege.
Grundlagen der Thoraxdiagnostik.
Verlag J.F. Bergmann
München S. 206 (1955)
25. SCHMITZ, H. und Zur Asymmetrie der Lungen-
THURN, P. : arterien.
Fortschr. Röntgenstr. 88,
133 (1958)
26. SEMISCH, R. : Die periphere Lungenstrombahn,
in: Ergebnisse der Chirurgie
und Orthopädie. 46, 204-267
(1964)
27. STENDER, H.St. und Handbuch der Medizinischen
SCHERMULY, W. : Radiologie IX/ 1. Röntgen-
anatomie der Lunge.
Springer-Verlag
Berlin-Heidelberg-New York
S.297 (1969)
- dieselben : Ein Beitrag zum Krankheitsbild
des Cor pulmonale chronicum.
Fortschr. Röntgenstr. 76,
324-331 (1952)

A N H A N G

Tabelle 1: Meßwerte bei 3jährigen Probanden

N.N.	Archiv-Nr.	R e c h t s				L i n k s			
		A		1 cm		2 cm		3 cm	
		cm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
B.B.	♀	11749/67	0,7	0,9	1,0	1,2	1,5	0,5	0,9
M.D.	♀	11793/67	0,7	0,9	1,3	1,6	--	1,0	1,0
W.P.	♂	11842/67	0,7	0,9	1,5	1,7	--	0,8	1,0
M.S.	♀	11851/67	1,0	0,6	1,0	1,4	2,0	0,7	0,6
T.S.	♂	11184/67	1,0	0,9	1,4	1,5	1,6	1,0	0,6
H.D.	♂	11575/67	1,3	--	1,2	1,5	1,6	0,8	1,0
M.K.	♂	11382/67	1,1	--	1,2	1,6	1,7	1,4	--
A.W.	♀	11642/67	1,2	--	1,0	2,0	2,4	1,4	--
M.H.	♂	11490/67	1,0	1,0	1,5	1,6	1,5	1,3	--
D.F.	♀	11555/67	1,2	--	1,2	1,6	2,4	0,7	1,0
S.B.	♀	11416/67	1,2	--	1,2	1,2	1,8	0,7	1,0
M.S.	♂	11493/67	0,7	0,9	1,2	1,3	2,4	1,0	1,1
K.W.	♂	11627/67	1,3	--	1,0	1,0	1,5	1,3	--
U.O.	♂	11621/67	1,9	--	1,2	1,2	2,0	1,0	1,0

T.R.	♂	11557/67	0,9	1,0	1,1	1,5	1,7	1,8	--	1,0	1,8	2,3
M.W.	♀	11587/67	0,9	0,9	1,3	1,5	2,0	2,0	--	1,2	1,8	2,0
M.A.	♂	11417/67	0,6	1,1	1,3	1,5	1,7	0,8	0,8	1,0	1,0	1,1
P.A.	♀	11482/67	0,9	1,0	1,0	1,5	2,2	1,8	--	1,1	1,8	1,6
G.B.	♂	11777/67	1,4	--	1,4	1,5	1,7	1,1	--	1,8	1,8	2,0
C.F.	♂	11536/67	1,0	0,7	1,1	1,2	1,5	1,0	1,0	1,0	1,8	2,0
M.H.	♂	11602/67	1,5	--	0,9	1,8	1,8	1,6	--	1,2	1,6	2,0
S.R.	♀	10540/67	1,8	--	1,0	1,5	1,7	1,1	--	1,4	1,8	1,8

N	22	12	22	22	22	22	20	22	12	22	22	18
$\bar{x}$	1,068	0,900	1,181	1,450	1,830	1,090	1,830	1,090	0,916	1,213	1,468	1,905
V	0,098	0,018	0,050	0,046	0,101	0,127	0,101	0,127	0,026	0,021	0,041	0,142
S	0,313	0,134	0,173	0,215	0,318	0,357	0,318	0,357	0,164	0,145	0,217	0,378

A bezeichnet die Distanz zwischen lateraler Pleurgrenze und dem am weitesten peripher erkennbaren Gefäßverlauf. Die Kolonnen 1cm bis 4cm enthalten die den Röntgenaufnahmen entnommenen Querschnitte der Gefäßschatten im bezeichneten Abstand von der lateralen Pleurgrenze. Siehe Abb. 1 Seite 7. Lücken in den Kolonnen ergeben sich, wenn Gefäße aus dem Summationsbild nicht eindeutig abgrenzbar sind.

Tabelle 2: Meßwerte bei 4-jährigen Probanden

N.N.	Archiv-Nr.	R e c h t s				L i n k s					
		A		2 cm		3 cm		4 cm			
		cm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm		
S.R.	♀	10349/67	0,7	1,0	1,2	1,6	1,0	0,9	1,2	1,5	--
U.A.	♂	11265/67	0,8	0,9	1,0	1,2	1,3	0,8	1,0	0,9	1,9
G.O.	♂	10888/67	1,0	1,0	1,1	1,5	2,5	1,0	1,0	1,1	1,5
G.J.	♀	9323/67	1,0	0,9	1,0	1,1	1,1	1,0	0,8	1,0	1,7
R.F.	♀	11277/67	0,6	1,0	1,1	1,5	2,3	0,7	0,9	1,0	1,8
K.H.	♀	10759/67	1,2	--	1,0	1,1	1,5	0,6	1,0	1,0	2,3
C.F.	♀	10909/67	0,8	1,0	1,1	1,2	3,0	0,6	1,0	1,1	--
B.K.	♂	11146/67	0,4	0,7	0,9	1,2	1,5	0,4	0,9	1,2	1,6
M.S.	♀	10907/67	1,1	--	1,0	1,2	1,7	1,0	1,0	1,1	3,0
O.P.	♂	11343/67	1,0	0,7	1,0	1,2	2,3	1,0	0,7	1,1	1,7
D.F.	♂	11084/67	0,6	1,0	0,8	1,9	--	1,0	0,6	0,9	--
A.V.	♂	11427/67	1,0	1,0	1,1	1,4	2,0	1,0	1,0	1,3	2,3
M.H.	♀	11081/67	0,7	1,0	1,1	1,3	1,9	1,0	1,0	1,1	1,5
K.K.	♀	5994/67	0,9	0,9	1,2	1,3	1,5	1,2	--	1,1	1,5

G.G.	♂	10982/67	0,6	1,0	1,1	1,9	2,2	0,7	0,9	1,0	1,1	1,8
A.G.	♀	11116/67	1,0	0,8	0,8	1,0	1,6	1,1	--	0,9	1,3	2,1
G.P.	♀	10726/67	0,5	0,8	1,1	1,2	1,5	0,6	0,9	0,9	1,3	1,1
M.V.	♂	10887/67	0,6	0,9	1,4	1,9	3,0	0,9	1,1	1,2	1,7	2,3
F.M.	♂	10915/67	0,6	--	1,1	1,3	1,5	1,2	--	1,1	1,5	1,7
T.E.	♂	10513/67	1,1	--	1,2	2,2	2,5	0,7	1,0	1,5	1,7	2,5
A.S.	♂	11245/67	1,4	--	1,2	1,4	3,1	1,2	--	1,2	1,1	1,5
F.S.	♂	11244/67	0,9	1,1	1,3	1,3	1,7	1,0	0,7	1,2	1,2	2,0
M.W.	♀	8692/67	1,1	--	1,4	2,0	2,5	1,2	--	1,3	1,5	1,6
A.S.	♂	9830/67	1,0	0,7	1,1	2,5	2,5	0,7	1,4	1,5	2,0	2,0
M.L.	♀	11211/67	2,0	--	1,4	1,6	2,2	1,0	0,6	1,0	1,5	1,5
N			25	19	25	25	24	25	20	25	25	22
Σ			0,904	0,915	1,108	1,480	2,004	0,904	0,920	1,116	1,476	1,872
V			0,112	0,014	0,025	0,146	0,348	0,049	0,033	0,027	0,123	0,176
S			0,334	0,121	0,160	0,382	0,590	0,222	0,182	0,165	0,351	0,419

Tabelle 3: Meßwerte bei 5jährigen Probanden

N.N.	Archiv-Nr.	R e c h t s				L i n k s						
		A		1 cm		2 cm		3 cm		4 cm		
		cm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	
P.B.	♀	11188/67	0,8	--	1,2	1,3	1,9	0,9	0,7	1,3	1,6	1,8
U.B.	♂	10983/67	0,8	0,8	1,5	2,0	2,0	0,8	0,8	1,3	1,9	2,3
M.D.	♀	11256/66	0,9	1,0	1,4	1,5	2,2	0,9	0,9	1,1	1,5	2,3
M.G.	♀	11496/67	0,8	0,9	1,2	1,5	2,0	0,7	--	1,1	2,1	2,5
G.V.	♂	11409/67	1,4	--	1,1	1,9	2,4	1,2	--	1,1	1,5	3,5
A.T.	♂	10742/67	1,0	0,7	1,1	1,1	1,6	1,4	--	1,4	1,5	1,7
O.K.	♂	11150/67	1,3	--	1,2	1,8	2,0	1,3	--	1,2	1,5	2,0
S.S.	♀	10838/67	0,5	0,9	1,2	1,2	1,8	1,1	--	1,3	1,4	1,9
G.S.	♀	10922/67	1,2	--	1,0	1,9	1,9	1,0	0,7	0,9	1,5	1,9
M.H.	♀	950/67	1,0	1,1	1,4	1,4	1,5	1,2	--	1,7	2,0	3,5
M.A.	♂	11605/67	0,8	0,9	1,0	1,3	2,0	1,0	0,9	1,3	1,3	1,5
U.G.	♀	11444/67	1,5	--	1,1	1,5	2,0	0,9	1,0	1,5	1,8	2,5
L.M.	♂	11951/67	0,8	0,8	1,4	1,5	1,8	1,4	--	1,3	1,5	1,8
H.K.	♀	11149/67	1,0	1,0	1,3	1,4	2,0	1,2	--	1,0	1,2	--

Tabelle 4: Meßwerte bei 7jährigen Probanden

N.N.	Archiv-Nr.	R e c h t s				L i n k s				
		A		1 cm	2 cm	A		1 cm	2 cm	
		cm	mm	mm	mm	cm	mm	mm	mm	
				3 cm	4 cm			3 cm	4 cm	
				mm	mm			mm	mm	
L.B. ♂	10997/67	2,8	--	1,6	1,7	1,1	1,4	1,3	1,4	1,5
B.R. ♂	9620/67	1,1	--	1,2	1,5	1,0	0,9	1,1	1,5	2,0
D.G. ♂	10894/67	1,2	--	1,6	2,1	0,7	1,0	1,3	2,0	2,2
C.M. ♂	8784/67	1,0	1,0	1,2	2,2	1,1	--	1,5	1,5	2,1
A.W. ♂	11838/67	1,8	--	1,3	1,5	2,0	--	1,5	1,5	1,8
M.K. ♂	11241/67	1,2	--	1,9	2,0	1,3	--	1,3	1,8	1,7
S.B. ♀	11232/67	0,6	1,0	1,4	1,4	1,1	--	1,3	1,5	1,5
B.H. ♀	11173/67	1,2	--	1,5	2,7	2,0	--	1,0	1,1	1,5
H.H. ♂	11451/67	0,7	1,0	1,6	2,0	1,8	--	1,3	1,5	2,0
U.F. ♀	10836/67	0,6	1,0	1,5	1,6	0,8	1,0	1,1	1,5	1,9
C.B. ♀	10921/67	0,9	0,8	1,4	1,6	1,0	0,9	1,1	1,2	2,2
N.S. ♀	10948/67	1,2	--	1,9	2,0	2,0	--	1,3	1,5	1,6
H.D. ♂	11012/67	1,0	1,0	1,5	2,0	0,8	1,2	1,4	1,9	2,0
D.K. ♀	10933/67	1,0	0,8	1,3	1,6	0,8	1,0	1,0	1,7	2,2
S.R. ♀	10975/67	0,8	0,9	1,5	1,7	0,5	0,9	1,3	1,5	2,5
D.G. ♂	10781/67	1,8	--	1,9	2,0	1,0	1,0	1,1	1,3	2,0
U.S. ♂	10723/67	2,5	--	1,3	1,6	0,9	1,0	1,5	1,7	1,9
F.R. ♂	11260/67	1,8	--	1,3	1,7	1,1	--	1,0	1,3	2,0
R.L. ♂	10786/67	1,5	--	1,5	2,4	1,1	--	1,1	1,7	2,0
H.K. ♂	11753/67	1,0	1,0	1,4	1,7	1,9	--	0,7	1,0	1,3

E.Z.	♂	11772/67	1,2	--	1,1	1,4	2,0	2,0	--	1,1	1,8	2,4
J.T.	♂	11466/67	1,3	--	1,1	1,5	2,0	0,8	1,0	1,6	2,0	2,0
G.T.	♀	11398/67	0,8	1,3	1,1	1,2	1,9	0,7	1,2	1,1	1,4	1,4
M.H.	♂	20107/67	1,4	--	1,5	1,5	1,8	0,9	1,2	1,3	1,4	1,9
D.T.	♂	9555/67	0,7	1,2	1,9	2,4	2,2	0,5	1,0	1,6	1,9	2,0
I.G.	♀	4523/67	1,0	0,7	1,0	1,2	1,6	1,0	0,7	1,0	1,1	1,3
M.Z.	♂	11069/67	1,2	--	1,1	1,4	1,5	1,0	1,0	1,4	1,6	1,9
J.D.	♂	4485/67	1,6	--	1,1	1,4	1,5	1,2	--	1,0	1,2	1,4
	N	28	12	26	28	28	28	28	16	28	28	28
	$\bar{x}$	1,246	0,975	1,188	1,500	1,839	1,146	1,025	1,225	1,517	1,864	
	V	0,274	0,027	0,050	0,067	0,095	0,218	0,026	0,046	0,073	0,103	
	S	0,523	0,165	0,225	0,259	0,309	0,467	0,161	0,215	0,270	0,322	

Herrn Dr. med. H.-J. von L e n g e r k e möchte ich an dieser Stelle für die Überlassung des Themas meinen Dank aussprechen. Seinen Anregungen, seiner kritischen Beratung bei der Abfassung der Arbeit und seiner freundlichen Unterstützung gilt mein besonderer Dank.

Herrn Professor Dr. med. F. D r e s s l e r danke ich für die Überlassung der Röntgenbilder und Krankengeschichten, seine wertvolle Anregung und sein freundliches Entgegenkommen.

Lebenslauf

Am 23. Juni 1941 wurde ich, Beate Sollmann, als Tochter des Arztehepaares, Dr. med. Heinz Sollmann und seiner Ehefrau, Dr. med. Marianne Sollmann geb. Seidel, in Breslau geboren.

Im Winter 1945 flüchteten wir nach Elsterberg im Vogtland, wo ich 1947 eingeschult wurde. 1949 übersiedelten wir nach Gotha in Thüringen. Dort besuchte ich die Schule bis zum fünften Grundschuljahr. Am 24. Dezember 1952 verließen wir die DDR und leben seither in Haina/Kloster in Hessen. Dort besuchte ich zweieinhalb Jahre eine Privatschule und wechselte dann in die 8. Klasse des Realgymnasiums in Frankenberg/Eder über, wo ich am 2. März 1961 meine Reifeprüfung ablegte.

Nach einem einjährigen England- und Frankreichaufenthalt begann ich im Sommer-Semester 1962 in Heidelberg Französisch und Englisch zu studieren. Während dieses Semesters stellte ich aber mein stärkeres Interesse für die Zahnmedizin fest, und ich immatrikulierte mich im Winter-Semester 1962 an der Philipps-Universität in Marburg für das Zahnmedizinstudium. Nach sechs Semestern bestand ich dort mein Physikum. Nachdem ich mein erstes klinisches Semester noch in Marburg verbracht hatte, studierte ich ab Sommer-Semester 1965 an der Freien Universität Berlin. Hier legte ich im August 1968 die zahnärztliche Prüfung ab. Seither bin ich in verschiedenen Berliner Privatpraxen als Assistentin tätig.

